

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM PEDESAAN (SPAMDES) DI DESA PEDAWA KECAMATAN BANJAR BULELENG

Kadek Diana Harmayani, I Putu Gustave Suryantara P, dan I Kadek Arta Dwi Putra

Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar

E-mail: kdharmayani@unud.ac.id

Abstrak: Air menjadi sumber daya alam yang sangat penting bagi umat manusia. Desa Pedawa Kecamatan Banjar yang terletak di bagian selatan Kabupaten Buleleng dengan luas wilayah 16,68 km² memiliki pelayanan air bersih yang terbatas. Tingkat pelayanan SPAMDES yang hanya 29% atau 1.672 jiwa dari 5.733 jiwa menyebabkan pemenuhan air bersih di Desa Pedawa masih rendah, terdapat 4 sumber mata air yang dimanfaatkan dalam SPAM di Desa Pedawa namun tidak semua masyarakat memperoleh air, sehingga perlu direncanakan sistem jaringan penyediaan air minum pedesaan (SPAMDES) yang optimal. Perencanaan sistem jaringan distribusi ini dibantu dengan perangkat lunak *WaterNet*. Perangkat lunak ini menggunakan potensi energi untuk melihat sejauh mana air dari sumber mata air dapat mengalir melalui jaringan distribusi. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan ini adalah elevasi, debit dan titik koordinat untuk menghitung kehilangan energi, panjang pipa dan head pompa serta jumlah penduduk 6 tahun terakhir untuk proyeksi pertumbuhan penduduk selama 20 tahun. Hasil proyeksi kebutuhan air pada daerah pelayanan didapatkan untuk Reservoir Lambo1 54 m³, Reservoir Lambo2 99 m³, Reservoir Bangkiang Sidem1 45 m³, Reservoir Bangkiang Sidem2 45 m³, Reservoir Gelunggang 75 m³, Reservoir Asah 15 m³, Reservoir Insakan 9 m³ dan Reservoir Munduk Waban3 1,5 m³. Berdasarkan hasil simulasi jaringan dengan pipa galvanis dan sistem pengaliran dengan pompa dan gravitasi didapatkan hasil untuk tipe aliran *Constant* dan *Extended* pada *WaterNet* secara hidrolik jaringan dapat memberikan pelayanan seperti yang dikehendaki pada setiap *node*. Pipa untuk jaringan transmisi didapatkan diameter 10 dan 5 cm dan untuk jaringan distribusi didapatkan diameter 15, 10 dan 5 cm.

Kata Kunci: Air, Pipa, SPAM, Pedawa, *WaterNet*

PLANNING THE DISTRIBUTION NETWORK SYSTEM OF RURAL DRINKING WATER SUPPLY SYSTEM (SPAMDES) IN PEDAWA VILLAGE, BANJAR DISTRICT, BULELENG

Abstract: *Water is a very important natural resource for mankind. Pedawa Village of Banjar Subdistrict located in the southern part of Buleleng Regency with an area of 16.68 km² which has limited clean water services. Where the level of SPAMDES service which is only 29% or 1,672 people out of 5,733 people causes the fulfillment of clean water in Pedawa Village is still low, there are 4 springs used in SPAM Pedawa Village but not all communities get water, so it is necessary to plan an optimal rural drinking water supply network system (SPAMDES). The planning of this distribution network system is assisted by WaterNet where the software uses energy potential to see the extent to which water from the spring can flow through the distribution network. The data required in this planning are elevation, discharge and coordinate point to calculate energy loss, pipe length and pump head and the number of residents of the last 6 years for projected population growth for 20 years. The results of projected water needs in the service area were obtained for Lambo Reservoir 54 m³, Lambo2 Reservoir 99 m³, Bangkiang Sidem1 Reservoir 45 m³, Bangkiang Sidem2 Reservoir 45 m³, Reservoir Gelunggang 75 m³, Asah Reservoir 15 m³, Insakan Reservoir 9 m³ and Munduk Waban Reservoir 1.5 m³. Based on the results of network simulations with galvanized pipes and flow systems with pumps and gravity obtained results for Constant and Extended flow types on WaterNet hydraulically the network can provide services as desired on each node. Where the pipe for the transmission network is obtained a pipe diameter of 10 and 5 cm, and for the distribution network obtained a pipe diameter of 15, 10 and 5 cm.*

Keywords: *Water, Pipes, SPAM, Pedawa, WaterNet*

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam dan berperan penting bagi semua makhluk hidup termasuk manusia. Air minum yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang memenuhi kualitas air tertentu yang diambil dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut, serta digunakan sebagai air baku untuk air minum (Pemerintah Republik Indonesia, 2015). Air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi kelangsungan hidup manusia, terutama air bersih dengan kualitas yang sesuai dan layak untuk kebutuhan pokok rumah tangga. Penggunaan air ini harus dikelola secara efektif dan bertanggung jawab sesuai dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

Desa Pedawa Kecamatan Banjar yang terletak di bagian selatan Kabupaten Buleleng dengan luas wilayah 16,68 km² dengan topografi yang berbukit dan kultur Bali Aga menjadikan Desa Pedawa memiliki potensi pariwisata yang besar, namun dengan topografi yang berbukit menjadikan Desa Pedawa memiliki sumber air yang terbatas. Perencanaan mengenai Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) untuk Kecamatan Banjar sebelumnya di rencanakan oleh Mahendra, (2020) dimana Danau Tamblingan digunakan sebagai air baku SPAM. Dari hasil perencanaan tersebut, didapatkan hasil bahwa air danau tamblingan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air dengan pengambilan 100 lt/dt dan dapat dialirkan ke Desa Pedawa dengan debit air 4,74 lt/dt, namun menurut Sudarmaja, (2021) selaku Perbekel Desa Pedawa alternatif untuk memanfaatkan air Danau Tamblingan ini tidak dapat dilaksanakan karena pemanfaatan air Danau Tamblingan yang dilarang oleh masyarakat sekitar danau sehingga dibutuhkan alternatif lain untuk merencanakan SPAM khususnya Desa Pedawa. Suradiasa, (2021) sebagai ketua revitalisasi sistem air minum untuk Desa Pedawa menjelaskan bahwa pelayanan PDAM yang belum dilaksanakan di Desa Pedawa menjadikan Desa Pedawa memanfaatkan Sistem Penyediaan Air Minum Desa (SPAMDES) sebagai solusi dalam menyediakan kebutuhan akan air baku air minum, namun tingkat pelayanan SPAMDES yang hanya 29% atau 1.672 jiwa dari 5.733 jiwa menyebabkan pemenuhan air bersih di Desa Pedawa masih rendah. Terdapat 4 sumber mata air yang dimanfaatkan dalam Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Desa

Pedawa, yaitu sumber air Gelunggang, Suka Jati, Gobleg dan Klebutan dengan sistem perpipaan yang didistribusikan dengan kombinasi sistem gravitasi dan pompa. Dengan tingkat pelayanan air minum yang masih rendah, debit air baku yang berkurang atau mati akibat kemarau, infrastruktur pengelolaan air bersih untuk penyediaan air minum yang belum optimal, serta kebocoran pada pipa menjadikan jaringan penyediaan air bersih tidak dapat bekerja dengan optimal sehingga jaringan SPAM Desa Pedawa saat ini belum mencukupi kebutuhan air untuk masyarakat desa (Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2018).

Untuk memenuhi kebutuhan air minum, diperlukan pengembangan dan peningkatan infrastruktur Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dengan menggunakan beberapa pilihan sumber air baku seperti mata air, air tanah, air permukaan, dan air hujan sebagai upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan dan pengembangan sumber daya air secara optimal (Pemerintah Republik Indonesia, 2019). Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) akan tetap mengutamakan pemenuhan pada kuantitas, kualitas, dan kontinuitas dari syarat pengembangan air minum (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016). Serta yang memenuhi persyaratan penyediaan air bersih yaitu persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2010) dan ditambah keterjangkauan akan keberadaan sumber air akan menjadikan kebutuhan air minum mudah dijangkau dan dapat terpenuhi untuk melayani seluruh penduduk di Desa Pedawa.

Memperhatikan hal tersebut, guna memenuhi kebutuhan pelayanan air minum di masa mendatang, khususnya bagi masyarakat di Desa Pedawa yang mengalami kesulitan dalam memperoleh air bersih, perlu direncanakan sistem jaringan penyediaan air minum pedesaan (SPAMDES) yang optimal sesuai dengan persyaratan sistem penyediaan air minum sebagai prasarana air minum desa.

TEORI DAN METODE

Tinjauan Pustaka

Air merupakan kebutuhan bagi kehidupan. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk

melaksanakan kehidupannya, sehingga tanpa air dapat dipastikan kehidupan tidak akan ada. Menurut Permenkes (2010) air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum secara langsung melalui proses pengelolaan atau tanpa melalui proses pengelolaan. Dengan persyaratan tidak berbau, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya, serta tidak mengandung logam berat. Pemanfaatan air minum tidak hanya untuk diminum, namun juga diperlukan untuk kebutuhan-kebutuhan lain seperti mandi, mencuci, bertani, berternak hingga industri.

Periode Perencanaan

Untuk mencapai kondisi air minum ideal yang diharapkan semua pihak, diperlukan dokumen rencana jangka panjang yang komprehensif (15-20 tahun) dengan rencana induk pengembangan SPAM sebagai bagian atau tahap awal dari rencana jaringan pipa air minum. Rencana keseluruhan untuk pengembangan SPAM harus ditinjau setiap 5 tahun, jika ada masalah khusus yang perlu dipertimbangkan dalam rencana maka dapat dirubah setiap diperlukan (Triatmadja, 2019a).

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai langkah awal dalam menghitung proyeksi kebutuhan air baku untuk air minum. Ada beberapa cara untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk, metode yang telah diakui secara umum adalah dengan menggunakan metode-metode berikut ini (Tim Pengajar SPAM, 2019):

a. Metode Aritmatika

$$P_n = P_0 + K_a(T_n - T_0) \quad (1)$$

b. Metode Geometrik

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (2)$$

c. Metode Least Square

$$P_n = a + (b \cdot n) \quad (3)$$

Dimana metode dengan standar deviasi terkecil yang akan digunakan dalam analisis proyeksi jumlah penduduk.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (4)$$

Analisis Hidraulika

Aliran bertekanan dalam suatu pipa adalah aliran dimana seluruh penampang pipa diisi dengan air. Jika air mengalir di dalam pipa, tetapi ada permukaan bebas di dalam pipa, maka laju aliran tidak termasuk dalam definisi aliran di dalam pipa.

Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran yang diijinkan dalam pipa adalah 0,6 m/s sampai 2 m/s ketika aliran per jam mencapai puncaknya. Kecepatan aliran air yang rendah dapat menyebabkan endapan pada pipa, yang dapat menyumbat pipa, sedangkan kecepatan aliran air yang tinggi dapat menyebabkan pipa cepat aus. Untuk menentukan laju aliran dalam pipa, gunakan rumus berikut:

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V \quad (5)$$

Persamaan Energi

Pada aliran air dikenal persamaan energi (persamaan Bernoulli) dan persamaan kontinuitas. Persamaan Bernoulli secara umum ditulis kembali sebagai berikut:

$$\frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g} = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g} + h_e \quad (6)$$

Kehilangan Energi Utama (Mayor Losses)

Kehilangan energi mayor disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna

Persamaan Darcy Weisbach paling banyak digunakan dalam aliran fluida secara umum. Untuk aliran air dengan viskositas yang relatif tidak banyak berubah, persamaan Hazen Williams dapat digunakan. Berikut ditunjukkan kedua persamaan tersebut:

1. Persamaan Darcy Weisbach

$$hf = 8f \frac{L}{D^5} \frac{Q^2}{\pi^2 g} \text{ atau} \quad (7)$$

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (8)$$

2. Persamaan Hazen Williams

$$Q = C_u C_{HW} d^{2.63} S^{0.54} \quad (9)$$

Kehilangan Energi Sekunder (Minor Losses)

Kehilangan energi sekunder terjadi karena belokan sehingga terjadi turbulensi, kemudian penyempitan dan pembesaran secara tiba-tiba atau air harus melalui katup yang dapat mengganggu aliran sehingga dapat mengurangi

atau bahkan menghentikan aliran sama sekali. Kehilangan energi sekunder dapat ditulis sebagai berikut:

$$hf = k \frac{V^2}{2g} \text{ atau} \quad (10)$$

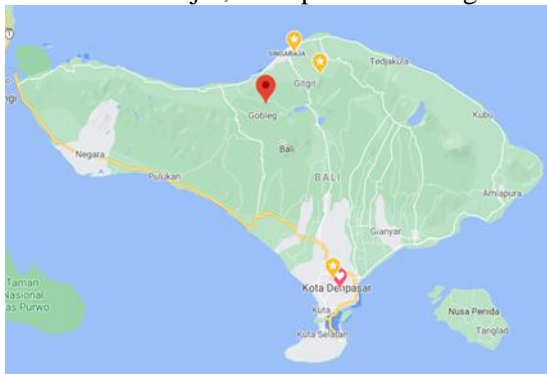
$$hf = k \frac{Q^2}{2A^2g} \quad (11)$$

Aplikasi Program WaterNet

Program *WaterNet* dirancang untuk melakukan simulasi aliran air atau fluida. *WaterNet* dirancang oleh Radianta Triatmadja yang juga sebagai dosen di Universitas Gadjah Mada. Program *WaterNet* dibuat untuk memenuhi kebutuhan perencana dalam mensimulasikan jaringan pipa secara mudah dan akurat seperti menghitung debit, kebutuhan air, kehilangan energi, katup dan tekanan tiap node dengan tipe aliran *constant* dan *extended* sehingga proses *editing* dan analisis pada perancangan dan optimasi jaringan distribusi air dapat dilakukan dengan mudah. Lingkaran berwarna hijau saat *running* yang menandakan simulasi sukses pada jendela *report* serta *combo box* yang tersedia apabila terdapat masalah menjadikan *WaterNet* sebagai program yang mudah digunakan (Triatmadja, 2019b).

Lokasi Perancangan

Lokasi perancangan terletak di Desa Pedawa, Kecamatan Banjar, Kabupaten Buleleng



Gambar 1 Peta Lokasi Desa Pedawa (sumber: google maps)

Pengumpulan Data

Dalam studi ini data yang dibutuhkan dalam simulasi jaringan distribusi penyediaan air minum Desa Pedawa adalah data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer meliputi observasi lapangan untuk memperoleh permasalahan yang terdapat di sumber air, kondisi sumber air,

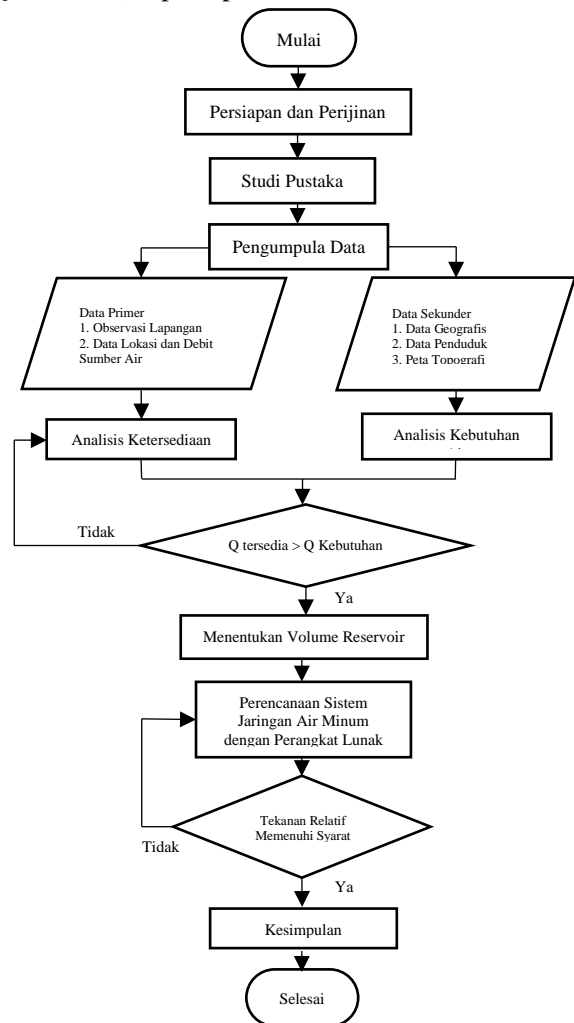
keluhan masyarakat dan akses jalan sebagai rencana penempatan pipa serta data lokasi sumber air untuk memperoleh debit dan elevasi sumber mata air.

2. Data Sekunder

Data sekunder meliputi data geografis sebagai data letak dan batasan-batasan wilayah yang sebagai pendukung dalam penataan jalur pipa, data penduduk untuk menghitung tingkat pertumbuhan penduduk dan peta topografi digunakan untuk mengetahui tata letak dan pendukung dalam penentuan jalur pipa dengan bantuan perangkat lunak Google Earth.

Bagan Alir Perancangan

Untuk menggambarkan langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penulisan penelitian ini maka disusun bagan alir perancangan (*flowchart*) seperti pada Gambar 3.2



Gambar 2 Bagan Alir penelitian (*flowchart*)

Gambaran Umum Wilayah Studi

Desa Pedawa terletak di Kecamatan Banjar Kabupaten Buleleng. Secara geografis Desa Pedawa merupakan satu dari 17 desa yang berada di Kecamatan Banjar. Desa Pedawa yang memiliki luas wilayah 16.68 km² terdiri dari 6 banjar dinas yaitu Banjar Dinas Asah, Bangkiang Sidem, Desa, Insakan Lambo, Munduk Waban. Terdapat 4 Sumber air yang dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Pedawa yang masing-masing sumber mengalir beberapa banjar dinas yang ada di Desa Pedawa seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Sumber Air Desa Pedawa (Sumber : Kantor Desa Pedawa, 2020)

No	Sumber Air	Debit (l/dt)	Distribusi Wilayah
1	Sumber Air Sukajati	0,22	Banjar Dinas Bangkiang Sidem Banjar Dinas Insakan
2	Sumber Air Gelunggang	2	Banjar Dinas Desa Banjar Dinas Asah
3	Sumber Air Gobleg	0,27	Banjar Dinas Lambo
4	Sumber Air Kelebutan	15	Banjar Dinas Munduk Waban

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih, langkah awal dalam menentukannya adalah dengan proyeksi jumlah penduduk. Dimana metode dengan standar deviasi terkecil dalam analisis proyeksi jumlah penduduk akan dipakai dalam menentukan proyeksi.

Tabel 2 Jumlah Penduduk Desa Pedawa Tahun 2015-2020

No	Banjar Dinas	Jumlah Penduduk					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Asah	610	627	644	652	635	628
2	Bangkiang Sidem	969	987	1003	1026	1006	986
3	Desa	931	958	970	977	963	948
4	Insakan	1134	1158	1192	1205	1190	1182
5	Lambo	604	621	640	643	638	645
6	Munduk Waban	1259	1286	1309	1321	1320	1344

Sumber: Kantor Desa Pedawa (2020)

Metode Aritmatika

Pada Tabel 3 dijabarkan hasil dari perhitungan proyeksi penduduk dengan metode aritmatik sesuai dengan persamaan (1).

Tabel 3 Perhitungan jumlah penduduk metode aritmatika

No	Banjar Dinas	Jumlah penduduk pada tahun rencana					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Asah	610	614	617	621	624	628
2	Bangkiang Sidem	969	972	976	979	983	986
3	Desa	931	394	938	941	945	948

4	Insakan	1134	1144	1153	1163	1172	1182
5	Lambo	604	612	620	629	637	645
6	Munduk Waban	1259	1276	1293	1310	1327	1344

Metode Geometrik

Pada Tabel 4 dijabarkan hasil dari perhitungan proyeksi penduduk dengan metode geometri sesuai dengan persamaan (2).

Tabel 4 Perhitungan jumlah penduduk metode geometrik

No	Banjar Dinas	Jumlah penduduk pada tahun rencana					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Asah	610	614	617	621	625	629
2	Bangkiang Sidem	969	973	976	980	983	987
3	Desa	931	935	938	942	945	949
4	Insakan	1134	1144	1153	1163	1173	1183
5	Lambo	604	612	620	628	637	645
6	Munduk Waban	1259	1276	1292	1309	1327	1344

Metode Least Square

Pada Tabel 5 dijabarkan hasil dari perhitungan proyeksi penduduk dengan metode geometri sesuai dengan persamaan (3).

Tabel 5 Perhitungan jumlah penduduk metode least square

No	Banjar Dinas	Jumlah penduduk pada tahun rencana					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Asah	632	632	632	633	633	633
2	Bangkiang Sidem	995	996	996	996	996	997
3	Desa	957	957	958	958	958	958
4	Insakan	1175	1176	1176	1177	1177	1178
5	Lambo	631	631	631	632	632	632
6	Munduk Waban	1304	1305	1305	1306	1307	1308

Standar Deviasi

Setelah dihitung dan didapatkan nilai standar deviasi pada masing-masing metode, aritmatika, geometrik dan least square. Perbandingan standar deviasi dari ketiga metode yang digunakan ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan standar deviasi masing-masing metode proyeksi

No	Banjar Dinas	Standar Deviasi (S)			Metode
		Aritmatika	Geometri	Least Square	
1	Asah	14,99	14,80	0,33	Least Square
2	Bangkiang Sidem	19,55	19,23	0,44	Least Square
3	Desa	19,23	19,00	0,29	Least Square
4	Insakan	24,97	24,96	0,94	Least Square
5	Lambo	15,81	15,92	0,70	Least Square
6	Munduk Waban	29,46	29,58	1,45	Least Square

Dari Tabel 6, metode proyeksi yang digunakan dalam memproyeksikan penduduk Desa Pedawa adalah metode Least Square.

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air bersih selanjutnya direncanakan sampai tahun 2040 (20 tahun rencana) dapat dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan kriteria perencanaan, sehingga didapatkan hasil proyeksi seluruh Banjar Dinas Desa Pedawa pada tahun 2040 ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Proyeksi kebutuhan air minum Desa Pedawa

No	Banjar Dinas	Kebutuhan Air				
		2021	2025	2030	2035	2040
1	Asah	0,62	0,67	0,71	0,76	0,80
2	Bangkiang Sidem	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26
3	Desa	0,94	1,01	1,07	1,14	1,21
4	Insakan	1,15	1,24	1,32	1,41	1,50
5	Lambo	0,62	0,67	0,71	0,76	0,81
6	Munduk Waban	1,28	1,38	1,47	1,57	1,67

Perbandingan Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air

Perbandingan ketersediaan air pada sumber air minum dan kebutuhan air minum pada setiap Banjar Dinas Desa Pedawa dilakukan untuk menentukan apakah sumber air dan jaringan yang sudah ada masih dapat digunakan atau harus diperbaharui. Pada Tabel 8 ditampilkan perbandingan kebutuhan dan ketersediaan air pada setiap sumber mata air.

Tabel 8 Perbandingan Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air Desa Pedawa

No	Banjar Dinas	Kebutuhan Air					Debit (lt/dt)	Sisa Air Akhir (lt/dt)
		2021	2025	2030	2035	2040		
1	Sumber Air Sukajati	2,13	2,29	2,44	2,60	2,76	0,22	-2,54
2	Sumber Air Gelunggang	1,56	1,67	1,79	1,90	2,01	2,00	-0,01
3	Sumber Air Gobleg	0,62	0,67	0,71	0,76	0,81	0,27	-0,54
4	Sumber Air Kelebutan	1,28	1,38	1,47	1,57	1,67	15,00	13,33

Melalui hasil dari Tabel 8, didapatkan hasil bahwa Sumber Mata Air Kelebutan dapat dijadikan sebagai sumber mata air induk untuk memenuhi kekurangan air pada setiap sumber air yang tidak dapat memenuhi kebutuhan air bersih.

Kapasitas Reservoir dan Bak Pelepas Tekan

Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Desa Pedawa dilakukan dengan sistem penampungan dengan reservoir sehingga didapatkan volume reservoir yang ditampilkan pada Tabel 9. Perhitungan kapasitas reservoir dan bak pelepas tekan di hitung dengan menggunakan rumus:

$$V = (15 - 20\% \times (24 \times 3600)K)/1000 \quad (10)$$

Tabel 9 Dimensi Reservoir SPAM Desa Pedawa

Nama Reservoir	L.Alas (m ²)	Volume (m ³)
Reservoir Gelunggang	25	75
Reservoir Asah	7,5	15
Reservoir Munduk Waban	10,5	31,5
Reservoir Lambo 2	33	99
Reservoir Lambo 1	18	54
Reservoir Bangkiang Sidem 2	15	45
Reservoir Bangkiang Sidem 1	15	45
Reservoir Insakan	9	27
BPT 1	33	99
BPT 2	15	45

Analisa Hidraulika

Untuk mengetahui kapasitas penampang dalam menampung debit rencana diperlukan analisa hidraulika, sehingga skema jaringan sistem penyediaan air minum Desa Pedawa yang akan direncanakan dengan tiap-tiap sumber yang berbeda dapat dilaksanakan. Pada Tabel 10 ditampilkan diameter pipa, kehilangan energi mayor dan minor serta sisa tekan pada setiap segmen pipa.

Tabel 10 Analisa Hidraulika Jaringan SPAM Desa Pedawa

No	Segmen Pipa	Panjang (m)	Perb. Tekanan (P)	Debit (Q) (m ³ /dt)	Diameter Dalam (m)		Kehil. Energi Mayor (Hf)	Kehil. Energi Minor (Hf)	Sisa Tekanan (mka)
					Hitung	Pakai			
1	SMA Klebutan - BPT 1	500	161	0,00563	0,05	0,102	3,548	0,063	157,390
	BPT 1 - Resv. Lambo 2	500	161	0,00563	0,05	0,102	3,548	0,090	157,363
2	Resv. Lambo 2 - Dist. Lambo 1	489	8	0,00280	0,07	0,152	0,133	0,011	7,857
3	Resv. Lambo 2 - Dist. Lambo 2	750	67	0,00283	0,05	0,102	1,491	0,035	65,474
4	Dist. Lambo 1 - Resv. Bangkiang Sidem 2	572	30	0,00254	0,05	0,102	1,221	0,042	28,737
5	Dist. Lambo 2 - Resv. Gelunggang	234	12	0,00248	0,05	0,102	0,364	0,010	11,625
6	Resv. Bangkiang Sidem 2 - BPT 2	900	151	0,00254	0,04	0,102	1,465	0,028	149,508
	BPT 2 - Resv. Bangkiang Sidem 1	1190	149	0,00254	0,04	0,102	1,937	0,027	147,037
7	SMA Sukajati - Resv. Bangkiang Sidem 1	1620	114	0,00022	0,02	0,051	0,832	0,011	113,157

8	Resv. Bangkiang Sidem 1 - TP Bangkiang Sidem	285	20	0,00033	0,02	0,051	0,310	0,003	19,687
9	TP Bangkiang Sidem - Dist. Bangkiang Sidem 1	550	94	0,00017	0,01	0,051	0,175	0,002	93,823
	TP Bangkiang Sidem - Dist. Bangkiang Sidem 2	450	47	0,00016	0,02	0,051	0,128	0,001	46,871
10	Resv. Bangkiang Sidem 1 - Dist. Bangkiang Sidem 3	500	53	0,00243	0,04	0,102	0,750	0,034	52,216
11	Dist. Bangkiang Sidem 3 - Dist. Bangkiang Sidem 4	1000	68	0,00210	0,04	0,102	1,145	0,030	66,825
12	Dist. Bangkiang Sidem 4 - Resv. Insakan	350	30	0,00165	0,04	0,102	0,256	0,006	29,738
13	Resv. Insakan - Dist. Insakan 1	524	31	0,00165	0,04	0,102	0,384	0,028	30,588
14	Dist. Insakan 1 - Dist. Insakan 2	1000	92	0,00136	0,04	0,102	0,512	0,011	91,477
	Dist. Insakan 1 - Dist. Insakan 3	1476	90	0,00084	0,03	0,102	0,043	0,001	89,955
15	SMA Gobleg - Resv. Lambo 1	1420	120	0,00027	0,02	0,051	1,065	0,014	118,920
16	Resv. Lambo 1 - Distirbusi Lambo 1	1190	72	0,00027	0,02	0,051	0,893	0,011	71,096
17	SMA Gelunggang - Resv. Gelunggang	1114	32	0,00120	0,04	0,102	0,453	0,018	31,529
18	Resv. Gelunggang - Dist. Desa	386	43	0,00247	0,04	0,102	0,597	0,028	42,376
	Resv. Gelunggang - Titik Pembagian	550	10	0,00247	0,06	0,102	0,850	0,051	9,099
19	TP Asah Waban - Resv. Asah	480	8	0,00080	0,04	0,102	0,092	0,006	7,902
	TP Asah Waban - Resv. Munduk Waban	433	35	0,00167	0,04	0,102	0,324	0,005	34,670
20	Resv. Asah - Dist. Asah 1	1070	97	0,00050	0,02	0,051	2,510	0,030	94,460
	Resv. Asah - Dist. Asah 2	1380	99	0,00030	0,02	0,051	1,258	0,009	97,732
21	Resv. Munduk Waban - Dist. M.Waban 1	1100	58	0,00045	0,03	0,102	0,073	0,001	57,926
	Resv. Munduk Waban - Dist. M.Waban 2	1070	87	0,00047	0,02	0,051	2,239	0,024	84,737
22	Dist. Munduk Waban 2 - Dist. M.Waban 3	908	69	0,00075	0,03	0,102	0,155	0,005	68,841

Kapasitas Pompa

Dalam menentukan kapasitas pompa pada perencanaan SPAM Desa Pedawa, yang harus diperhatikan adalah head dan operasional pompa. Dimana untuk menentukan head pompa dan operasional pompa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Head = H_s + h_f \text{ Mayor} + h_f \text{ Minor} \quad (11)$$

$$Operasional = V/Q \quad (12)$$

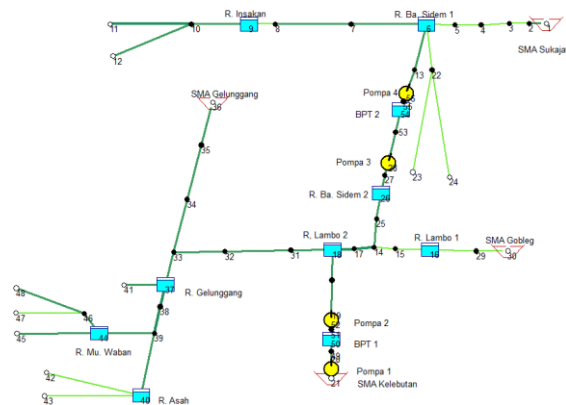
Pada Tabel 11 ditampilkan hasil perhitungan head dan operasional pada masing-masing pompa

Tabel 11 Head dan Operasional Pompa

Nama Pompa	Head (m)	Operasional (jam)
Pompa 1	161,611	4,79
Pompa 2	164,638	4,88
Pompa 3	152,493	4,79
Pompa 4	152,964	4,92

Input Data WaterNet

Proses identifikasi pada *WaterNet* meliputi jumlah dan lokasi *node*, elevasi *node*, panjang dan diameter pipa serta kebutuhan pompa. Proses ini mengacu pada jalur perpipaan jaringan transmisi dan distribusi. Penempatan *node*, pipa, reservoir, tangki dan pompa dapat dilihat pada Gambar 3.

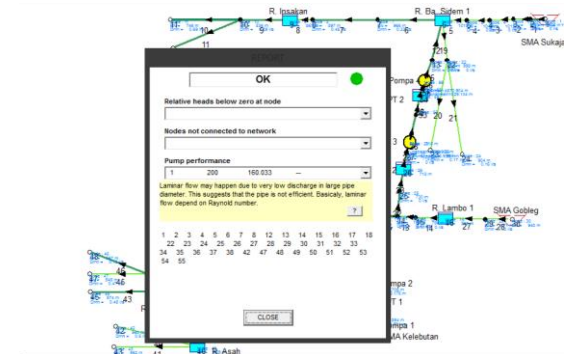


Gambar 3 Penempatan *node*, pipa, pompa, reservoir dan tangki

Hasil Running WaterNet

Terdapat dua jenis hasil running pada perangkat lunak *WaterNet*, yaitu *Constant* dan *Extended*. Berikut akan dijabarkan hasil dari masing-masing tipe aliran.

1. Tipe Aliran *Constant*

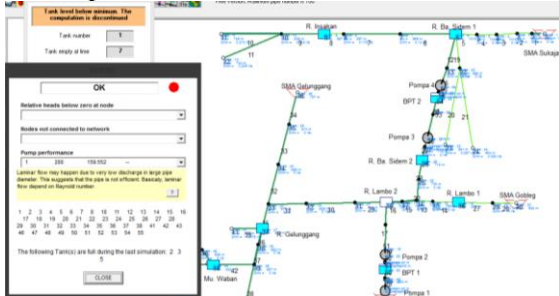


Gambar 4 Jendela Report Tipe *Constant*

Pada Gambar 4 pada sisi kanan atas terdapat lingkaran hijau yang menunjukkan bahwa simulasi jaringan untuk jaringan distribusi air minum Desa Pedawa sukses dan tidak ada masalah. Sehingga secara hidrolik jaringan dapat memberikan pelayanan seperti yang

dikehendaki pada setiap *node*. Terdapat catatan bahwa pipa kurang efisien, namun hal tersebut dapat diterima karena kadang memang diperlukan pipa lebih besar untuk menghemat energi pada pipa.

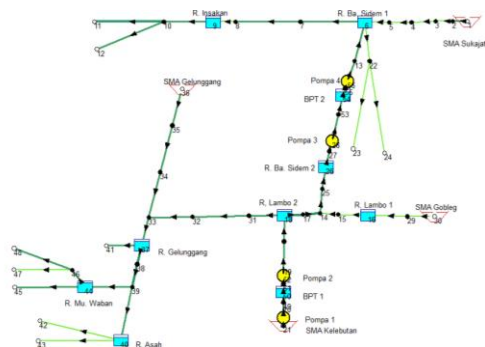
2. Tipe Aliran *Extended*



Gambar 5 Jendela Report Tipe *Extended*

Pertama tipe kebutuhan berfluktuasi dimasukkan pada setiap *node* yang memiliki *demand*. Dengan koefisien fluktuasi, selanjutnya pilih tipe aliran *extended* sehingga pada Gambar 5 didapatkan hasil running *extended* untuk jaringan distribusi air minum Desa Pedawa yang menunjukkan bahwa simulasi ada masalah. Artinya secara hidraulik simulasi jaringan ini dapat memberi pelayanan seperti yang dikehendaki di setiap *node* namun Tangki 1 mengalami kehabisan air pada jam ke 7 sehingga pompa 1 harus hidup sebelum jam ke 7 untuk mengisi tangki 1 sehingga simulasi dapat dilaksanakan. Ada sedikit catatan juga bahwa tangki 2, 3 dan 5 meluap.

Pada Gambar 6 ditampilkan arah aliran pada simulasi SPAM Desa Pedawa yang telah dilaksanakan.



Gambar 6 Arah Aliran pada Simulasi Jaringan

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilaksanakan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting ketersediaan air baku di Desa Pedawa terdiri dari 4 sumber mata air yang mengalir 6 Banjar Dinas, yaitu: Sumber Mata Air Sukajati dengan debit 0,22 lt/dt yang mendistribusi wilayah Banjar Dinas Bangkiang Sidem dan Insakan, Sumber Mata Air Gelunggung dengan debit 2 lt/dt yang mendistribusi wilayah Banjar Dinas Desa dan Asah, Sumber Mata Air Gobleg dengan debit 0,27 lt/dt yang mendistribusi wilayah Banjar Dinas Lambo, serta Sumber Mata Air Kelebutan dengan debit 15 lt/dt yang mendistribusi wilayah Banjar Dinas Munduk Waban.
2. Untuk memproyeksikan kebutuhan air penduduk Desa Pedawa 20 tahun kedepan didapatkan metode yang digunakan adalah metode least square dimana kebutuhan air untuk Banjar Dinas Asah sebanyak 0,80 lt/dt, Banjar Dinas Bangkiang Sidem sebanyak 1,26 lt/dt, Banjar Dinas Desa sebanyak 1,21 lt/dt, Banjar Dinas Insakan sebanyak 1,50 lt/dt, Banjar Dinas Lambo 0,81 lt/dt dan Banjar Dinas Munduk Waban 1,67 lt/dt.
3. Perencanaan jaringan pipa transmisi dan distribusi Desa Pedawa didapatkan hasil:
 - a. Pada jaringan transmisi pipa dengan diameter 10 cm dipasang pada Sumber Air Kelebutan - R. Lambo 2, R. Lambo 2 - R. bangkiang sidem 2, R. Bangkiang Sidem 2 - R. bangkiang sidem 1, R. Bangkiang Sidem 1 - R. Insakan, Sumber Mata Air Gelunggung - R. Gelunggung, R. Gelunggung - R. Asah dan Munduk Waban. Pipa dengan diameter 5 cm dipasang pada Sumber Air Sukajati - R. Bangkiang Sidem 1 dan Sumber Air Gobleg - R. Lambo 1.
 - Untuk distribusi pipa dengan diameter 15 cm dipasang pada distribusi Lambo 1, dan distribusi Insakan 3, pipa dengan diameter 10 cm dipasang pada distribusi Lambo 2, distribusi Bangkiang Sidem 3, distribusi Bangkiang Sidem 4, distribusi Insakan 2, distribusi Desa, distribusi Munduk Waban 1 dan Munduk Waban 3, pipa dengan diameter 5 cm dipasang pada distribusi Bangkiang Sidem 1, distribusi Bangkiang Sidem 2. distribusi Lambo 1, Distribusi Munduk Waban 2 serta distribusi Asah 1 dan Asah 2.

- b. Bak pelepas tekan (BPT) dipasang pada 2 titik, BPT 1 pada elevasi +595 dengan volume 99 m³ dan BPT 2 pada elevasi +869 dengan volume 45 m³.
- c. Volume Reservoir Lambo 1 54 m³, Volume Reservoir Lambo 2 99 m³, Volume Reservoir Bangkiang Sidem 1 45 m³, Volume Reservoir Bangkiang Sidem 2 45 m³, Volume Reservoir Gelunggang 75 m³ Volume Reservoir Asah 15 m³, Volume Reservoir Insakan 9 m³, Volume Reservoir Munduk Waban 31,5 m³
- d. Pada jaringan transmisi direncanakan menggunakan 4 buah pompa, pompa 1 dengan head pompa 164,611 m dan operasional pompa 4,73 jam, pompa 2 dengan head pompa 164,638 m dan operasional pompa 4,88 jam, pompa 3 dengan head pompa 152,493 m dan operasional pompa 4,79 jam serta pompa 4 dengan head pompa 152,964 m dan operasional pompa 4,92 jam.

SARAN

1. Untuk perencanaan jaringan air minum perlu dilakukan pengujian kualitas air minum agar sumber air sesuai dengan standar kebutuhan air minum.
2. Diutamakan mencari alternatif lain dalam perencanaan SPAM di Desa Pedawa karena pemanfaatan sumber mata air kelebutan memerlukan biaya besar dalam pemeliharaan dan operasional sehingga tarif pelanggan air menjadi tinggi.
3. Pembuatan Penampung Air Hujan (PAH) individu maupun komunal pada musim penghujan dapat dimanfaatkan sebagai antisipasi kekurangan air pada awal musim kemarau.
4. Pembuatan Embung dapat menjadi alternatif yang dapat dipertimbangkan, namun penempatan lokasi embung dan kebijakan pemerintah setempat menjadi hal yang harus dipikirkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penanggulangan Bencana Daerah. 2018, November 5. Suplai Air Bersih Bagi Warga Yang Mengalami Kekeringan Di Desa Pedawa Kecamatan Banjar. *BPBD Buleleng*, pp. 1–5.

Kantor Desa Pedawa. 2020. *Monograf Desa Pedawa Tahun 2015-2020*. Buleleng.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 3–5.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. In *JDIH Kementerian PUPR*. Jakarta.

Mahendra, I.G.G.M. 2020. “Pemanfaatan Air Danau Tamblingan Sebagai Air Baku Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan (Daerah Pelayanan Di Kecamatan Banjar). (Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2020).

Pemerintah Republik Indonesia. 2015. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum. In *Standar Pelayanan Minimal*. Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia. 2019. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air*. Jakarta.

Sudarmaja, I.P. 2021. *Wawancara Perbekel Pedawa dengan Dosen Udayana Terkait SPAMDES Pedawa*.

Suradiasa, G. 2021. *Wawancara Yes Project*. Buleleng.

Tim Pengajar SPAM. 2019. *Buku Ajar Sistem Penyediaan Air Minum*.

Triatmadja, R. 2019a. Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan. In *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan (3rd Ed.)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Triatmadja, R. 2019b. *WATERNET Flow in Pipe Network Software*. Version 3. Yogyakarta: Nafiri Offset.